

# Reflectie op de digitale samenleving

## *Geschiedenis van informatie wetenschap*

***Taco Walstra***  
***versie 2019***

---





# Waarom geschiedenis ....?

---

- Reflectie op digitale samenleving: meerdere mogelijkheden
  - filosofisch perspectief
  - historisch perspectief
  - antropologisch perspectief
  - psychologisch perspectief
- Wat kunnen we leren van de geschiedenis van informatie wetenschappen?
  - Zijn er voorbeelden te noemen van belangrijke historische ontwikkelingen die zinnig zijn om te bestuderen?
  - Is Software Engineering een afgeleide van de ontwikkeling die in hardware plaatsvindt?
  - Ontwikkelt computer wetenschap zich als andere beta disciplines?
    - ontwikkelt computer wetenschap lineair?
    - Zo nee, kunnen we iets leren van onze fouten?

# Het IBM system 360 project



## ■ IBM System 360

- ✓ 10 jaar ontwikkeling 1964 - 1974
- ✓ Voor wetenschappelijke en commerciële toepassingen
- ✓ Zware onderschatting van de tijd die nodig was om een OS te ontwikkelen

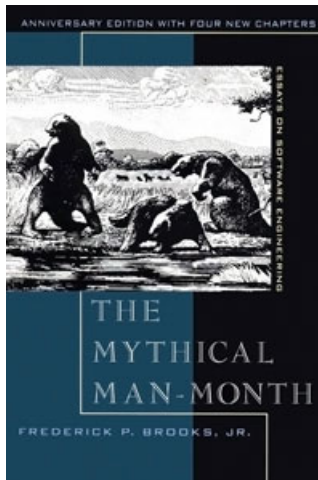


# Het system360 en andere projecten



- IBM system 360 was oorspronkelijk begroot op \$675 M in 1962.
  - ✓ het werd \$5 miljard/
  - ✓ \$3 miljard ging op aan inzet van East Fishkill semiconductor
  - ✓ Software ontwikkeling was begroot op \$30 - 40 miljoen. Het werd \$500 M
  - ✓ Grootste bottleneck: meer gebruikers simultaan laten werken met het systeem, OS ontwikkeling, compatibiliteit van de software met meerdere versies van het systeem, etc.

Houston tijdens Apollo 11 met een ibm 360  
Nasa stelde in 2012 zijn laatste 360 systeem  
buiten werking



Fred Brooks, The mythical  
man month. Project IBM  
system 360





---

■ Wat hebben we van de historie geleerd:

☑ belastingdienst, politie, UWV, rechtspraak, persoonsregister.....

## **Wéér faalt een ICT-project van de overheid**

Minister Carola Schouten stopt met het zoveelste geflopte ICT-project van de overheid. De Raad van State vindt dat

NRC 16 april 2019

# Historie van informatie wetenschap

---



- Informatie wetenschap is niet los te zien van ontwikkeling van systemen.
- IT ontwikkeling is ingebed in actuele vragen uit de samenleving waarop zij een antwoord probeert te geven
- Ontwikkelingen in de IT hebben op zichzelf ook vernieuwing in de IT tot gevolg
- De samenleving verandert ook door ontwikkelingen in de IT
- IT ontwikkeling is niet een lineair proces van kleine, elkaar opvolgende, wetenschappelijke doorbraken.
  - ☑ IT lijkt het model van andere exacte wetenschappen te volgen
  - ☑ voorbeelden?



# Onderwerpen

---

- De periode *voor* de computer:
  - ☑ industriële automatiseringen
- Geschiedenis van de computer in VS
  - ☑ Mark I, ENIAC
- De geboorte van de computermetaforen
  - ☑ ENIAC en SF literatuur - de eerste programmeer*talen*
- De eerste computers in Nederland (tot ongeveer 1960)
  - ☑ post-WO II, waterwerken

# Leerdoelen



- Je kunt uitleggen wat Babbage met zijn Difference Engine beoogde te bereiken. Je kunt uitleggen hoe de Analytical Engine in dit plaatje past.
- Je kunt uitleggen wat de achtergrond was van ponskaart gebruik in de VS
- Je kunt uitleggen hoe de eerste computers in de VS ontstonden: MARK I en ENIAC met hun sociale inbedding van WO II.
- Je kunt uitleggen hoe de robot, “giant brain” metafoor invulling geeft aan de receptie van de eerste computers bij het publiek en daarmee aan de term **computertaal**
- Je kunt uitleggen hoe de eerste computers ontstonden in Nederland en hun gebruik en de verhouding tot de rekenaarsters van het Mathematisch Centrum
- Je kunt uitleggen hoe verschillende methoden werden gebruikt in de jaren 50 voor de waterwerken en de achterliggende problematiek.

# Pre WO-II: Human Computers



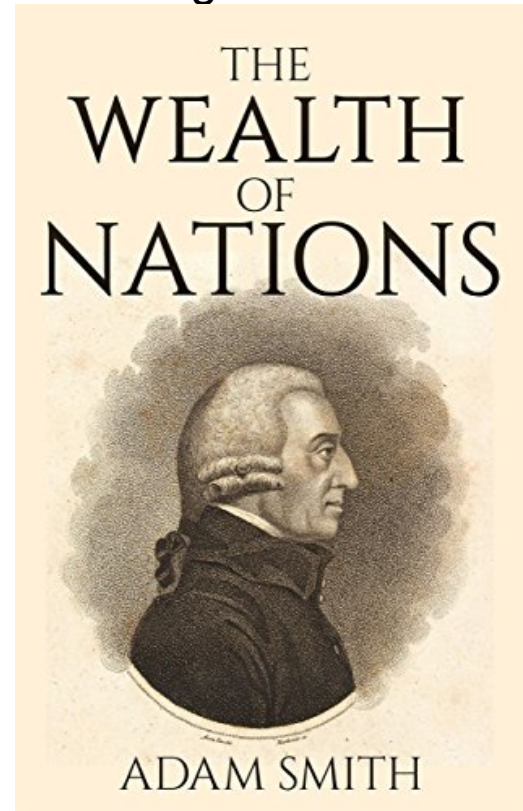
# Gaspard de Prony en maken van tabellen



## ■ 1790: Baron Gaspard de Prony

- ✓ tabel “manufacturing” werd gedaan op basis van Adam Smith’s *The wealth of nations* (1766) (verdeling van werk voor de fabricage van spelden)
- ✓ De Prony: 3 afdelingen: wiskundigen, midden management (organiseren van de berekeningen, verzamelen van de resultaten voor publicatie, en de human computers (60-80)

## ■ Tabellen voor navigatie, astronomie, architectuur, technische constructies.

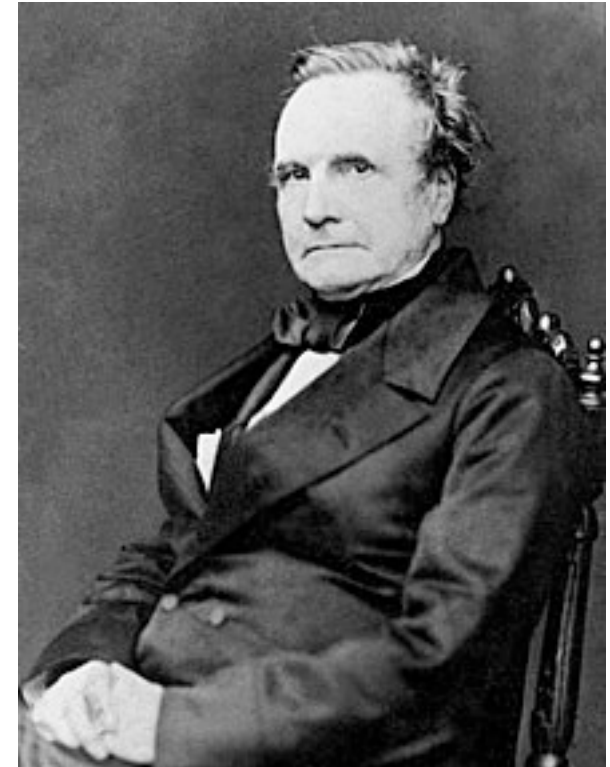


Bron foto: wikipedia



# Charles Babbage

- Geboren in 1791
- 1810: wiskunde studie aan Cambridge University.
- 1814: “gentleman philosopher”
- Babbage helpt Herschel met het maken van astronomische tabellen and merkt dat deze veel fouten bevatten (vooral als gevolg van drukfouten, niet de berekening zelf)
- 1822: Idee voor Difference Engine op basis van De Prony's methode om tabellen te produceren.



Bron foto: wikipedia



# Principe “difference engine”

---



- $y = x^2 + 3$
- $y(1) = 4$
- $y(2) = 7$            (delta =  $7 - 4 = 3$ )
- $y(3) = 12$            (delta =  $12 - 7 = 5$ )
- $y(4) = 19$            (delta =  $19 - 12 = 7$ )
- N.B. de verschillen tussen de delta's zijn constant (=2)
- Een volgende waarde kan eenvoudig met de verschillen uitgerekend worden zonder vermenigvuldigen of machtsverheffen.

# Difference Engine

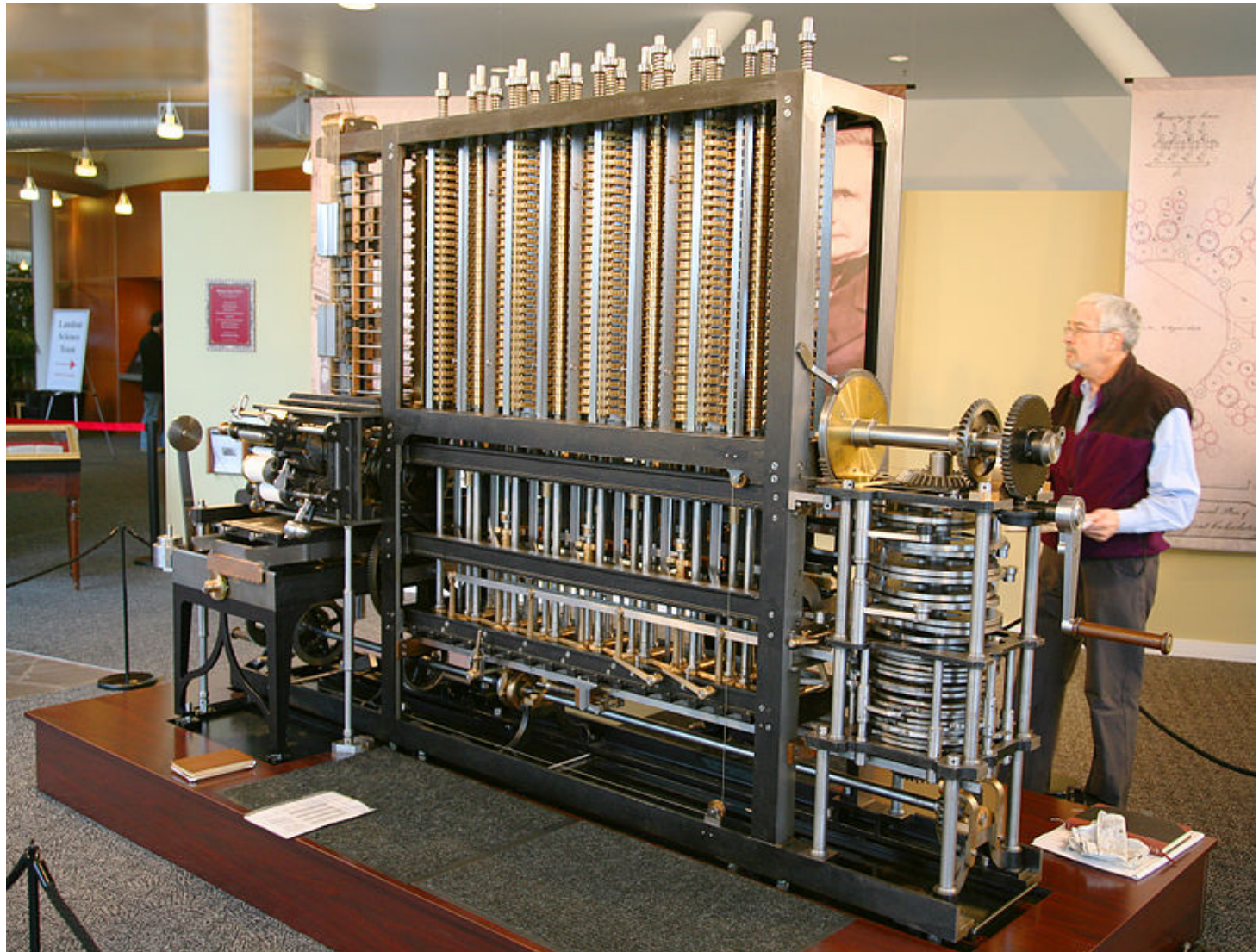
- Na het verkrijgen van 1700 GBP in 1823 geeft Babbage 17000 GBP uit. In 1833 is het eerste prototype klaar (foto London Science Museum)
- Er is nog steeds geen print unit en het systeem is niet bruikbaar voor het maken van de tabellen



Bron foto: wikipedia

# Difference Engine

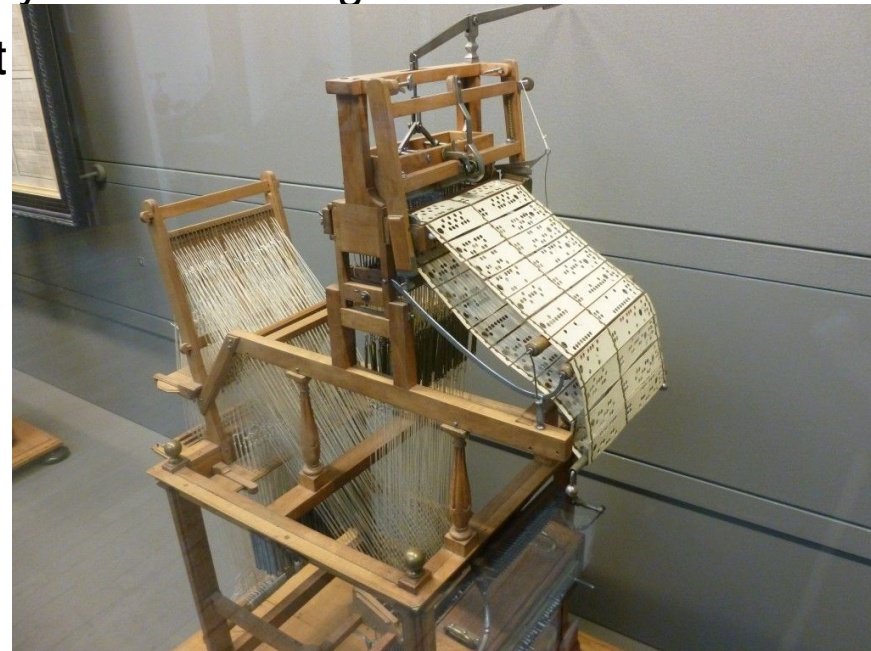
- Een werkend model van de Difference Engine (1991, London Science Museum)





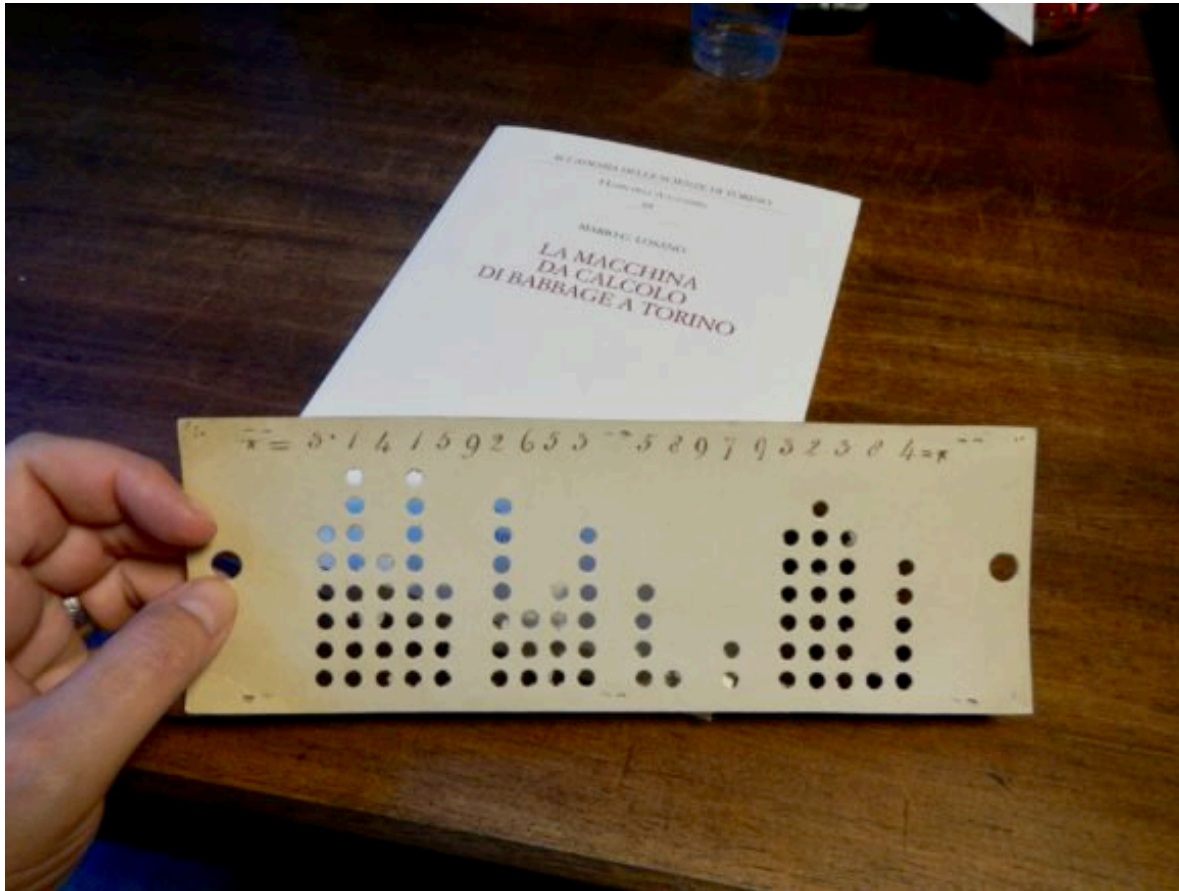
# Analytical Engine (AE)

- 1834: Babbage krijgt idee voor een meer algemeen concept voor rekenen: de Analytical Engine
  - ☑ Terugkoppeling van berekeningresultaten (om minder menselijke interventie te hebben)
  - ☑ berekeningen op getallen is losgekoppeld van de opslag van getallen (!!)
- Terminologie uit de weefindustrie: “mill” (“CPU”) and “store” (“memory”)
  - ☑ “store” met garen/wol=> milling factory=> kleren terug naar de “store”
  - ☑ getallen in “store” => AE => resultaat naar “store”
- Vraag was: hoe kun je algemene berekeningen uitvoeren?  
Babbage vindt de oplossing in het gebruik van de ponskaart  
(oorspronkelijke uitvinding door Jacquard voor de wol industrie)



# Ponskaarten voor de AE

- Ponskaarten afkomstig van Academia della scienze di Torino die door Babbage daar waren achtergelaten (foto Prof. Giovanni Plana)



# De AE en Ada Lovelace-Byron



- De Difference Engine dekte een belangrijke economische behoefte (tabellen)
- De Analytical Engine dekte geen enkele economische behoefte
- Ada Lovelace ondersteunt het concept van de AE door “vertaling” (3x langer dan origineel) geschrift “Sketch of the Analytical Engine” (1842)
  - ✓ Veel meer dan alleen een “sketch”.
  - ✓ Dochter van een dichter laat zich terugzien: “..the AE... weaves algebraic patterns”
  - ✓ een van de weinigen die het AE concept begreep
  - ✓ in detail beschrijving hoe Bernouilli getallen met de AE berekend zouden kunnen worden (1e computer programma??)

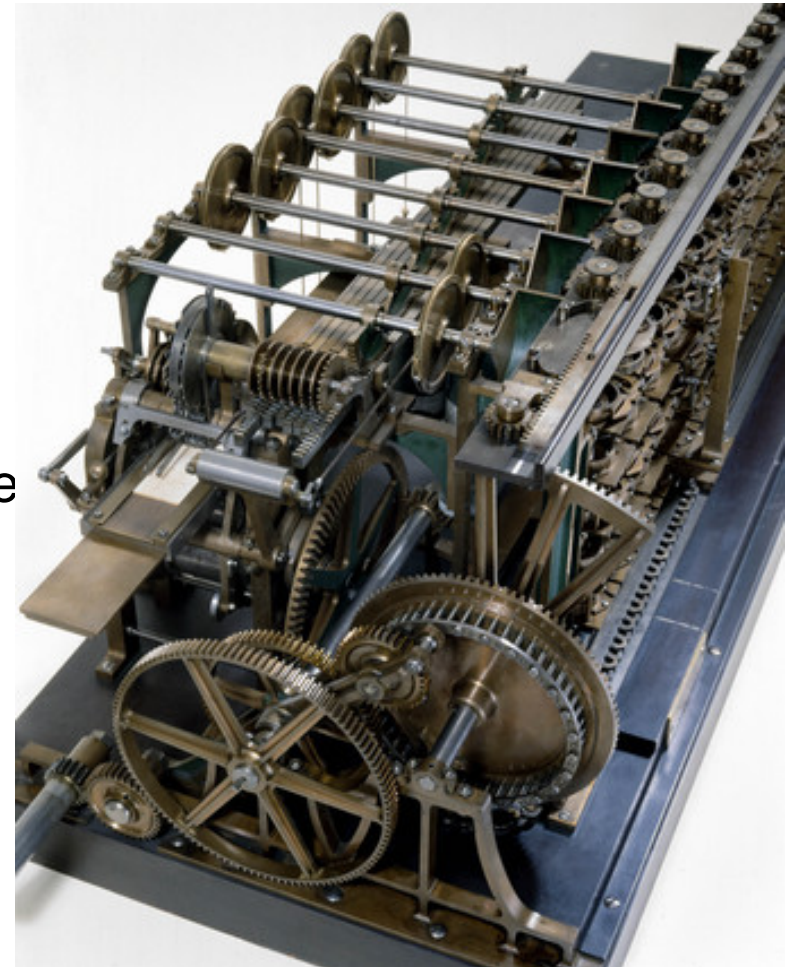




# Difference Engine gerealiseerd



- 1852 Edvard Scheutz weet een werkende Difference Engine op te leveren
- Kosten slechts 1200 GBP
- Niet erg betrouwbaar  
Human Computers  
blijven nodig ...
- Babbage blijft aan zijn AE ideeën I  
doorwerken tot aan zijn dood in 1871.  
Zijn zoon continueert het werk tot 1910.  
Een Analytical Engine met zeer beperkte  
functionaliteit vormt het resultaat





# Herman Hollerith en de volkstelling 1890



1	1	3	0	2	4	10	On	S	A	C	E	a	c	e	g		EB	SB	Ch	Sy	U	Sh	Hk	Br	Rm
2	2	4	1	3	E	15	Off	IS	B	D	F	b	d	f	h		SY	X	Fp	Cn	R	X	Al	Cg	Kg
3	0	0	0	0	W	20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A	1	1	1	1	0	25	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	2	2	2	2	5	30	B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C	3	3	3	3	0	3	C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	4	4	4	4	1	4	D	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	5	5	5	5	2	C	E	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
F	6	6	6	6	A	D	F	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
G	7	7	7	7	B	E	G	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
H	8	8	8	8	a	F	H	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
I	9	9	9	9	b	c	I	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9



# Herman Hollerith



## ■ De US census:

- 1840 17.1 miljoen burgers 28 ambtenaren voor verwerking van resultaten
- 1860 31.4 miljoen burgers 184 ambtenaren
- 1880 1495 ambtenaren voor verwerking. Er is 7 jaar nodig!  
Registratie van leeftijd, geslacht, stad, ethnische origine
- 1890 Hollerith introduceert een ponskaart concept
  - 45000 census huisbezoekers bezoeken 13 miljoen huishoudens
  - 2000 ambtenaren starten met het verwerken van de resultaten op 1 juni 1890
  - De resultaten is beschikbaar op 16 augustus
  - 62 miljoen burgers!



# Onderwerpen

---

- De periode *voor* de computer:
  - ☑ industriële automatiseringen
- **Geschiedenis van de computer in VS**
  - ☑ **Mark I, ENIAC**
- de geboorte van de computermetaforen
  - ☑ ENIAC en SF literatuur - de eerste programmeer**talen**
- De eerste computers in Nederland (tot ongeveer 1960)
  - ☑ post-WO II, waterwerken

# Het pad naar de eerste computers

- Doel: tabellen (wederom), ballistische berekeningen, code breken (Bletchley Park in WO II),
- Bush Differential Analyzer: analoog systeem voor differentiaal vergelijkingen
  - ☑ Kon niet uit de voeten met niet-lineaire vergelijkingen



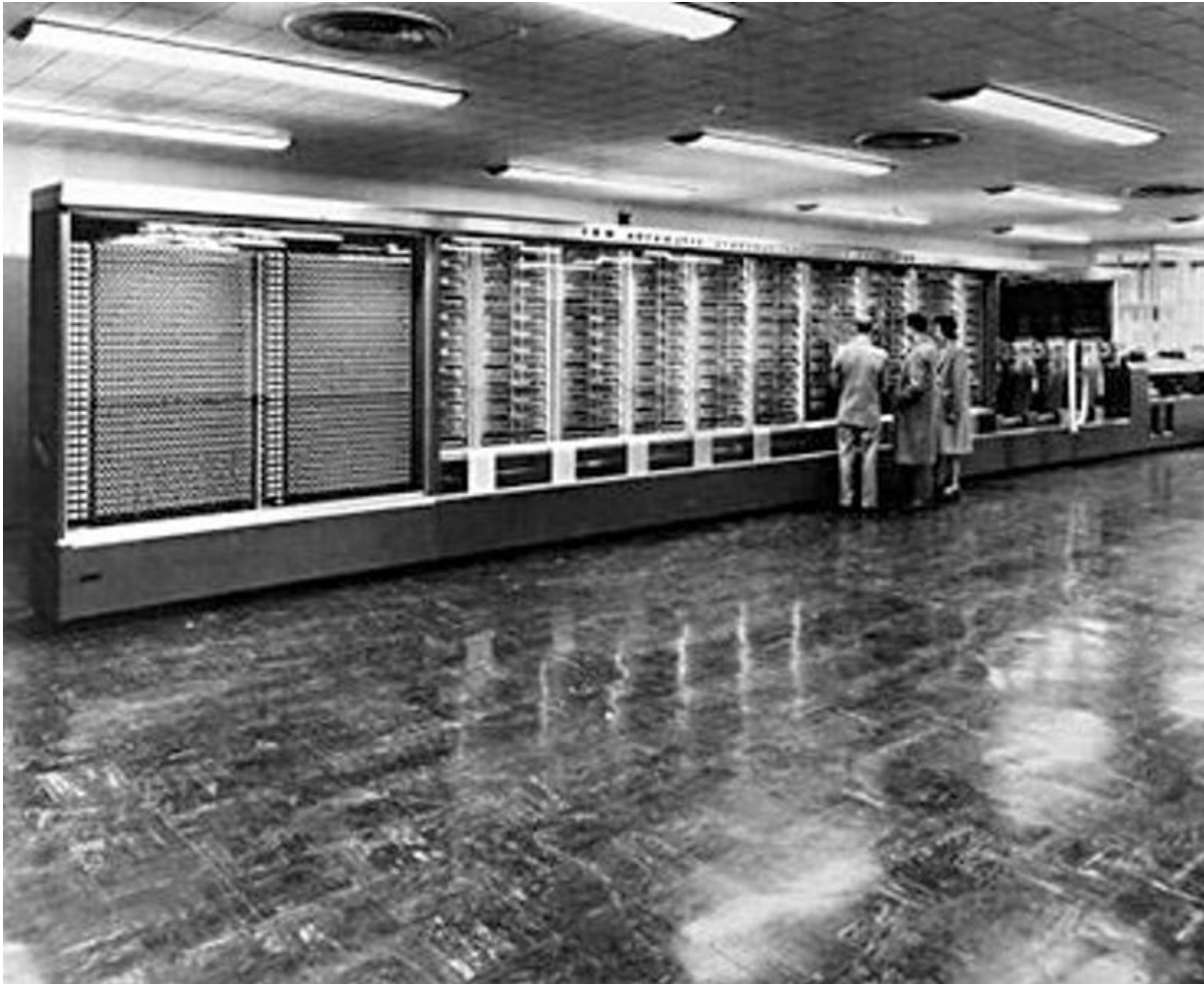
# Het pad naar de eerste computers



- 1937: Howard Aiken (Harvard) stelt voor om een grote digitale rekenmachine te bouwen
  - ☑ Het idee wordt ontvangen met “rather limited enthusiasm... if not downright antagonism”
- Aiken houdt vast aan het idee en een technicus van Harvard laat hem een fragment van de Analytical Engine op de zolder van het instituut zien die door de zoon van Babbage 70 jaar eerder is gebouwd.
- IBM ondersteunt het initiatief van Aiken financieel met \$15,000 en later in 1939 nog eens met \$100,000
  - ☑ meerdere IBM ingenieurs raken betrokken bij de bouw. (Aiken ontkent hun contributie later),
- In 1943 is de Mark I klaar en kan starten met rekenen. Het apparaat 16 m lengte kan 72 getallen opslaan en 3 optellingen/ seconde.
- er volgen nog nieuwe modellen t/m Mark IV (1952). Mark IV gebruikte core memory en vacuum buizen.

# Mark I (1943)

- 750,000 delen, 16 meter x 60 cm, aangedreven door een 15 m lange aandrijfas
- Relais voor het schakelen

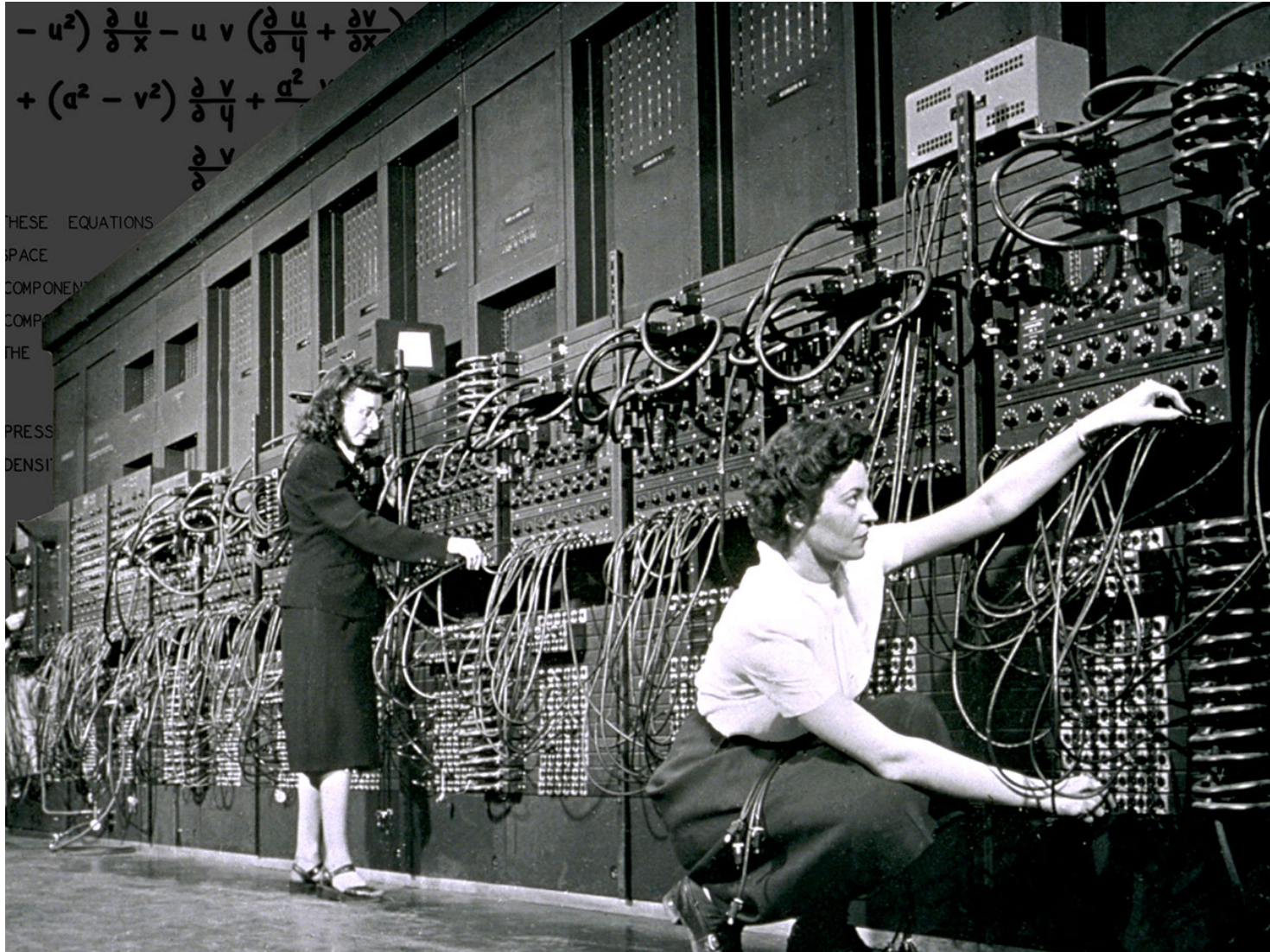






# ENIAC (1946)

## ■ Vacuum buis computer





# ENIAC



- ENIAC (Electrical Numerical Integrator and Computer) in gebruik tot 1956. Omvang 2.4m bij 30 m. en gebruik 150 kW aan energie.
- Doel was ballistische tabellen, maar eerste programma werd een berekening voor een atoombom.
- Opvallend: de programmeurs van de ENIAC waren allen vrouw, voorheen werkzaam als rekenaar bij University of Pennsylvania (Moore school of electrical engineering)
- Programmering kostte gemiddeld 3 weken inclusief debuggen. Nog geen Von Neumann model, hoewel John von Neumann nauw betrokken was, maar plugboard programma.
- Opvolgers IAC en MANIAC werden gebruikt voor de ontwikkeling van de H-bom.
  - ☑ Bij het grote publiek komt “iets” door dat enorme “intelligente” computers gebruikt zijn voor atoombom ontwikkeling



# Onderwerpen

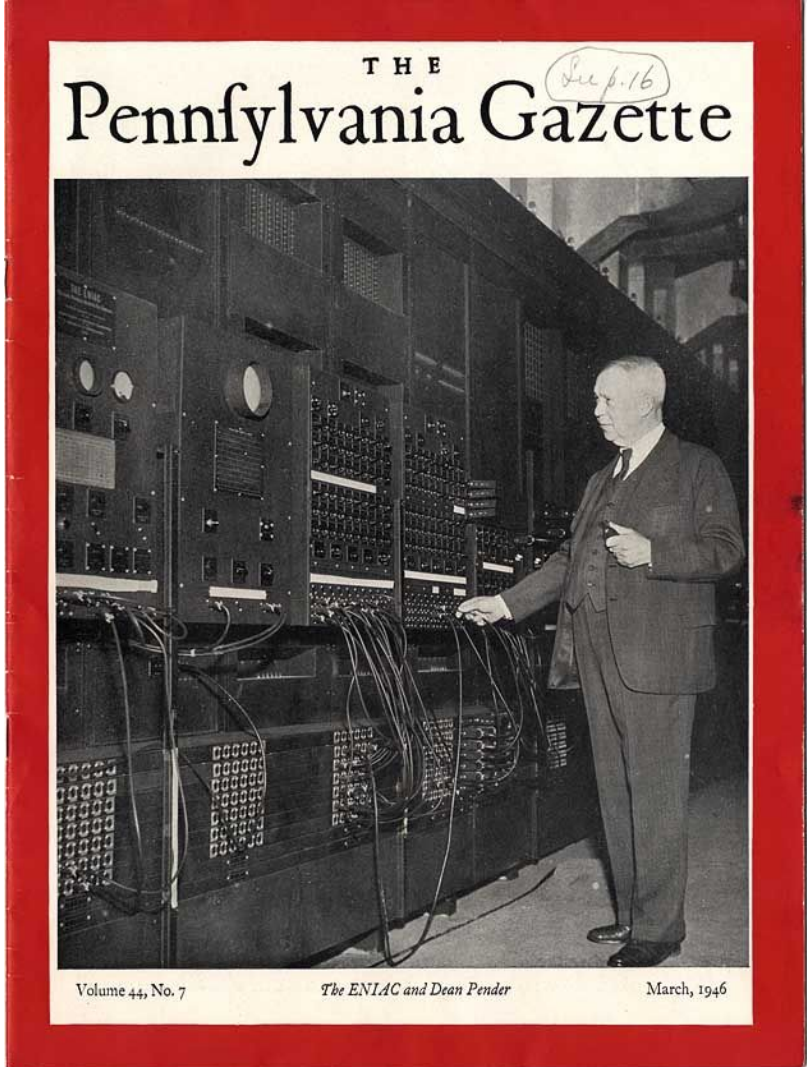
---

- De periode *voor* de computer:
  - ☑ industriële automatiseringen
- Geschiedenis van de computer in VS
  - ☑ Mark I, ENIAC
- de geboorte van de computermetaforen
  - ☑ ENIAC en SF literatuur - de eerste programmeer**talen**
- De eerste computers in Nederland (tot ongeveer 1960)
  - ☑ post-WO II, waterwerken



# Robots en de ENIAC

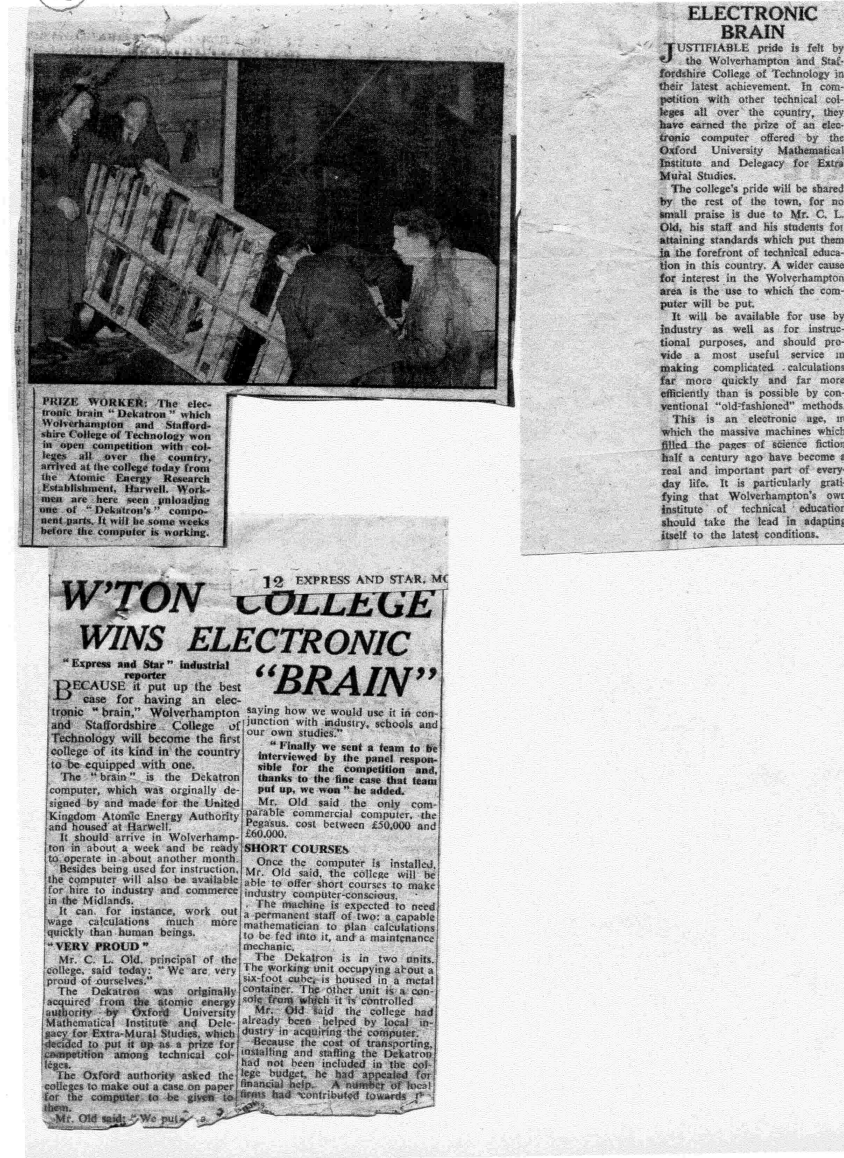
- John Brainerd in de Pennsylvania Gazette over de ENIAC (1946):  
“Fabulous wonder brain ....”  
“Mathematical robot...”
- De geboorte van de “brein” en “robot” metafoor in de computerwetenschap





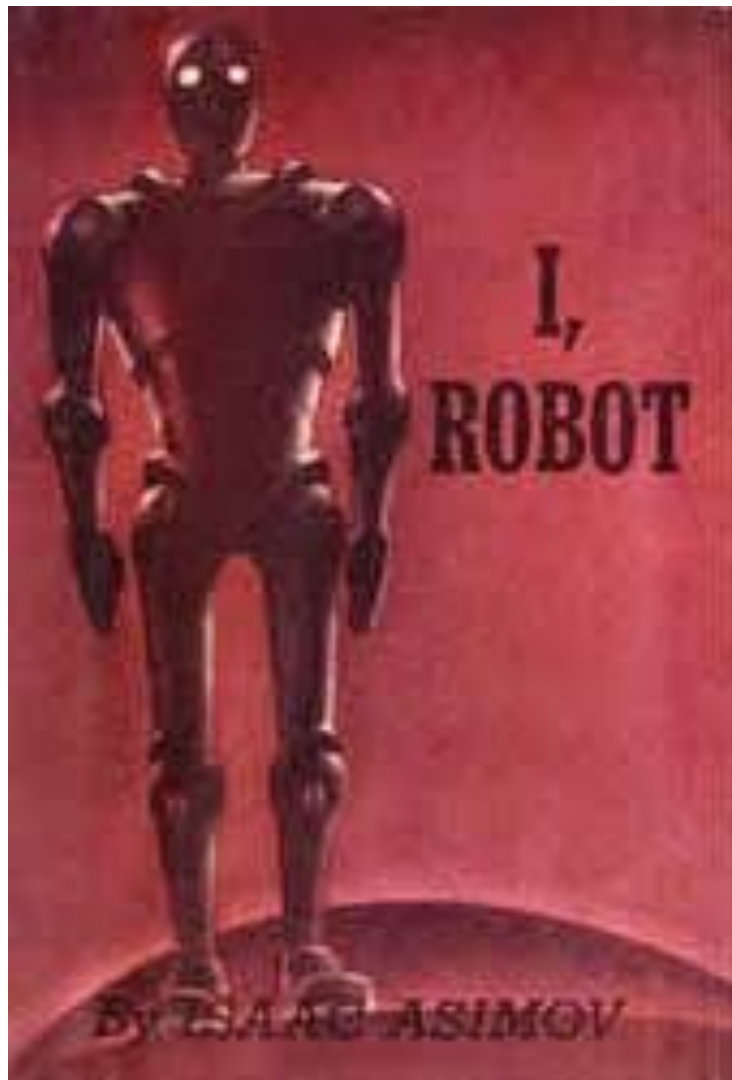
# The Harwell Witch computer

- <https://www.youtube.com/watch?v=uI0DjFUhF8E>
- Let op het krantenartikel met het woord "BRAIN"!!!
- The WITCH computer (Harwell Dekatron Computer). Constructie tussen 1949 en 1951. Doel was berekeningen voor Atomic Energy Research Establishment in Harwell.
- Later educatieve computer voor Wolverhampton College of Technology
- Dekatrons (buizen) als geheugen voor 90 getallen. Relais voor berekeningen
- Gerestaureerd tot een werkende computer in Bletchley Park British National Museum

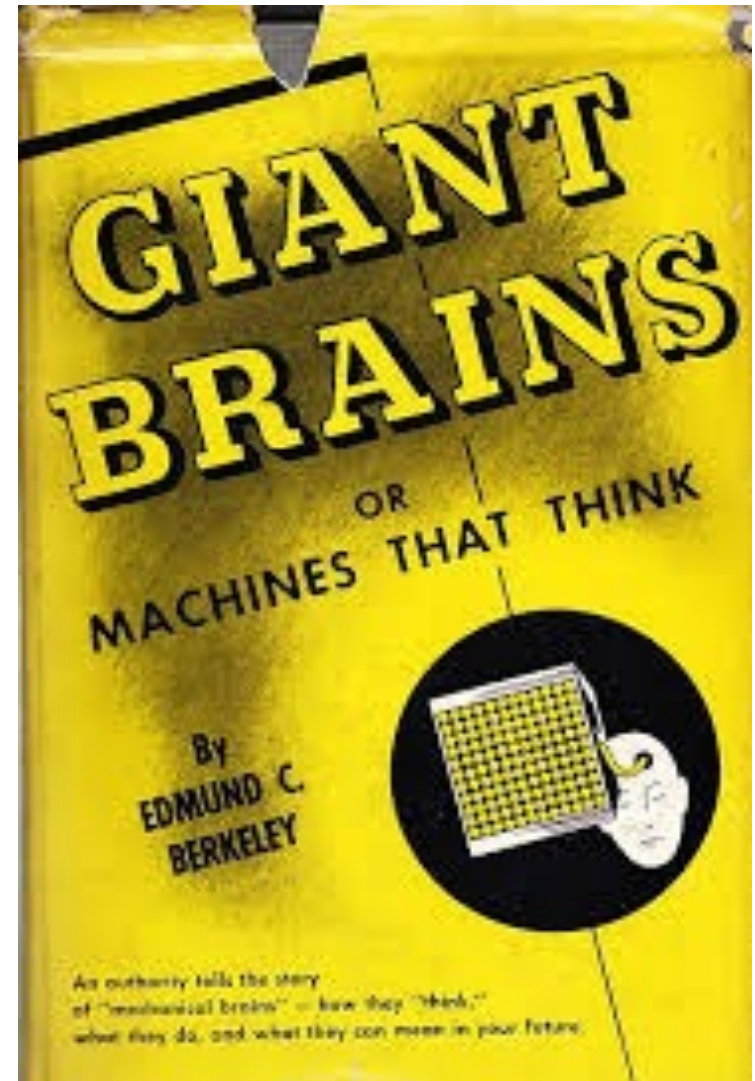




# Computer metafoor



1940-1950 in Astounding Science Fiction

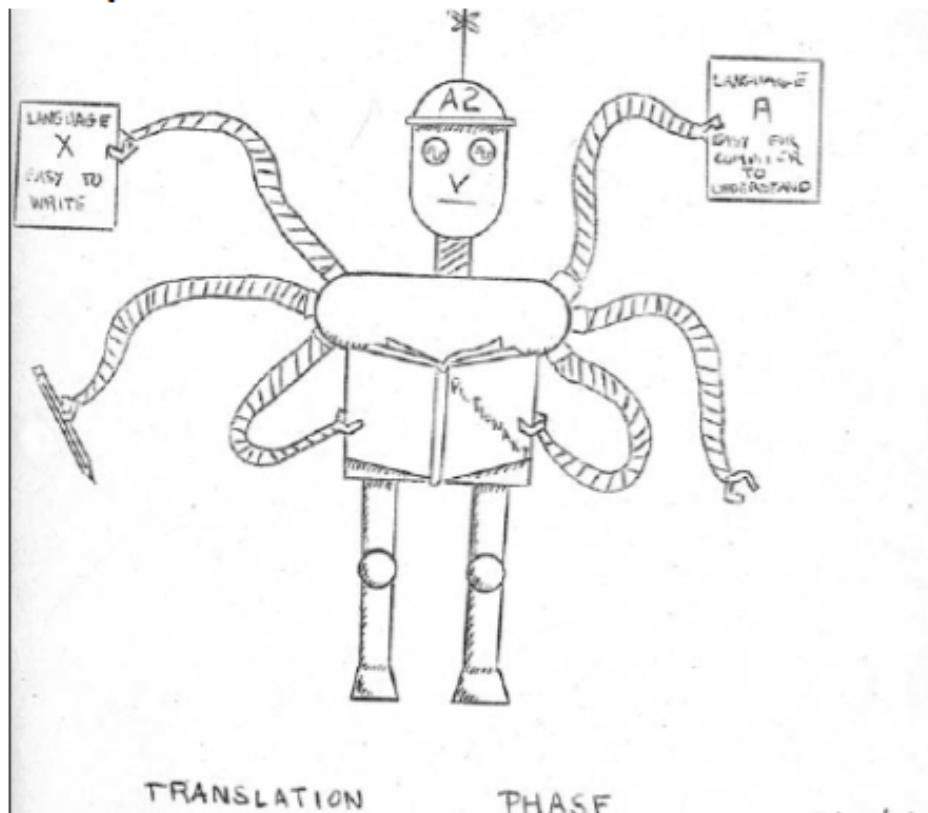


1949

# Grace Hopper

- Grace Hopper's uitleg van de A2 compiler (voorloper Cobol) voor de Univac 1954:

✓ “... to replace, as far as possible, the human brain by an electronic digital computer”



# Computertaal als metafoor

- Stibitz (Bell Labs, 1947):
  - ☑ “computing machines have the ability to understand mathematical language”
  - ☑ “interpret .... symbolically represented operations in terms of machine operations of which they are capable”.
- Programmeren als vorm van vertaling (TRANSlation) van menselijke taal naar machinetaal (ForTRAN)
- Margaret Harper (programmeur bij Remington Rand), 1954:
  - ☑ “If Russian can be translated into English.... why not one computer code into another?”
- In tweede helft 1950 verloor de metafoor aan antropomorfe betekenis.







# Onderwerpen

---

- De periode *voor* de computer:
  - ☑ industriële automatiseringen
- Geschiedenis van de computer in VS
  - ☑ Mark I, ENIAC
- de geboorte van de computermetaforen
  - ☑ ENIAC en SF literatuur - de eerste programmeer**talen**
- De eerste computers in Nederland (tot ongeveer 1960)
  - ☑ post-WO II, waterwerken

- Opgericht in 1946 met als doel: dienstbaarheid aan de Nederlandse samenleving
- 2 research afdelingen voor Zuivere- en Toegepaste Wiskunde
- 2 service afdelingen: Statistische Wiskunde en Rekenafdeling
- Financiering door Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO), later overgegaan in NWO.
- vanaf 1983 CWI



Adriaan van Wijngaarden,  
hoofd Rekenafdeling MC

# voortgang en maakbaarheid



- De oprichting van het MC past in het denken van:
  - ☑ Risicobeheersing
  - ☑ Rationalisering, controle verkrijging over complexe processen
  - ☑ Actief industrialisatiebeleid met ondersteuning vanuit onderzoek
  
- In Nederland: Fokker vliegtuigbouw, Shell, PTT, Waterwerken
  
- Digitale rekenapparatuur past binnen dit denken (“computer chiasme”)
  - ☑ problemen sturen het ontwerp van computers
  - ☑ computers sturen oplossingen voor problemen (sturen de manier hoe de werkelijkheid in beeld wordt gebracht)
  
- Digitale rekenapparatuur worden stapje voor stapje belangrijker om problemen aan te pakken.
  
- “schoolvorming”: hoe complexe problemen aangepakt worden: analoog, digitaal, experiment

# Mathematisch Centrum





# Rekenafdeling van het MC

- 1947: Van Wijngaarden bezoekt de Verenigde Staten en stelt Bram Loopstra en Carel Scholten aan voor een ontwerp van een rekenmachine
- 1948: Aanstelling van “rekenaars” en “rekenaarsters”

S	h <sub>0</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>	h <sub>5</sub>	h <sub>6</sub>	h <sub>7</sub>	h <sub>8</sub>	h <sub>9</sub>	h <sub>10</sub>	h <sub>11</sub>	h <sub>12</sub>	h <sub>13</sub>	h <sub>14</sub>	h <sub>15</sub>	h <sub>16</sub>	h <sub>17</sub>	h <sub>18</sub>	h <sub>19</sub>	h <sub>20</sub>	h <sub>21</sub>	h <sub>22</sub>	h <sub>23</sub>	h <sub>24</sub>	h <sub>25</sub>	h <sub>26</sub>	h <sub>27</sub>	h <sub>28</sub>	h <sub>29</sub>	h <sub>30</sub>	h <sub>31</sub>					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35		
0.10	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50		
0.20	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	5.20	5.40	5.60	5.80	6.00	6.20	6.40	6.60	6.80	7.00		
0.30	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80	5.10	5.40	5.70	6.00	6.30	6.60	6.90	7.20	7.50	7.80	8.10	8.40	8.70	9.00	9.30	9.60	9.90	10.20	10.50		
0.40	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00	4.40	4.80	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20	7.60	8.00	8.40	8.80	9.20	9.60	10.00	10.40	10.80	11.20	11.60	12.00	12.40	12.80	13.20	13.60	14.00	14.40	
0.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00	11.50	12.00	12.50	13.00	13.50	14.00	14.50	15.00	15.50	16.00	16.50	17.00	17.50	18.00	
0.60	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00	6.60	7.20	7.80	8.40	9.00	9.60	10.20	10.80	11.40	12.00	12.60	13.20	13.80	14.40	15.00	15.60	16.20	16.80	17.40	18.00	18.60	19.20	19.80	20.40	21.00	21.60	
0.70	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00	7.70	8.40	9.10	9.80	10.50	11.20	11.90	12.60	13.30	14.00	14.70	15.40	16.10	16.80	17.50	18.20	18.90	19.60	20.30	21.00	21.70	22.40	23.10	23.80	24.50	25.20	
0.80	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00	8.80	9.60	10.40	11.20	12.00	12.80	13.60	14.40	15.20	16.00	16.80	17.60	18.40	19.20	20.00	20.80	21.60	22.40	23.20	24.00	24.80	25.60	26.40	27.20	28.00	28.80	29.60
0.90	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00	9.90	10.80	11.70	12.60	13.50	14.40	15.30	16.20	17.10	18.00	18.90	19.80	20.70	21.60	22.50	23.40	24.30	25.20	26.10	27.00	27.90	28.80	29.70	30.60	31.50	32.40	33.30
1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00



# Ontstaan van de ARRA



- 1948 Van Wijngaarden onderhandelt met Donald Booth in Londen (Birbeck)
- Besluit om een copie van de ARC (Automatic Relay Computer) te bouwen
- ARC: Kathleen Booth was research assistent van Donald Booth. In 1947 met hem getrouwd
- De eerste “assembly language” ontwerpen worden aan haar toegeschreven.





# Doel van computerbouw MC



■ Voor de bouw van de rekenmachines was het doel:

NIET het vervangen van rekenaarsters

WEL de mogelijkheid onderzoeken om problemen aan te pakken die te omvangrijk waren om door menselijke rekenaars te voltooien in redelijke tijd

■ Digitale rekenapparatuur:

gaven nieuwe mogelijkheden om complexe problemen aan te pakken

stuurden ook het denken over de problemen zelf.

R 79. Getijdenberekening.

Opdrachtgever: Een researchlaboratorium.

Uitvoerige en interessante berekeningen ter bepaling van de componenten van getijdenvariatiën in het gravitatieveld op verschillende punten der aarde. Zeer uitvoerige meetresultaten van de zwaartekracht op een groot aantal stations tegelijkertijd opgenomen werden geanalyseerd. Hiertoe werd een speciaal rekenproces ontworpen, dat de aanvankelijk geraamde tijd tot een fractie ervan gereduceerd heeft. Desondanks was de omvang van het werk nog aanzienlijk en de bewerking zal pas ongeveer Mei 1952 gereed komen.

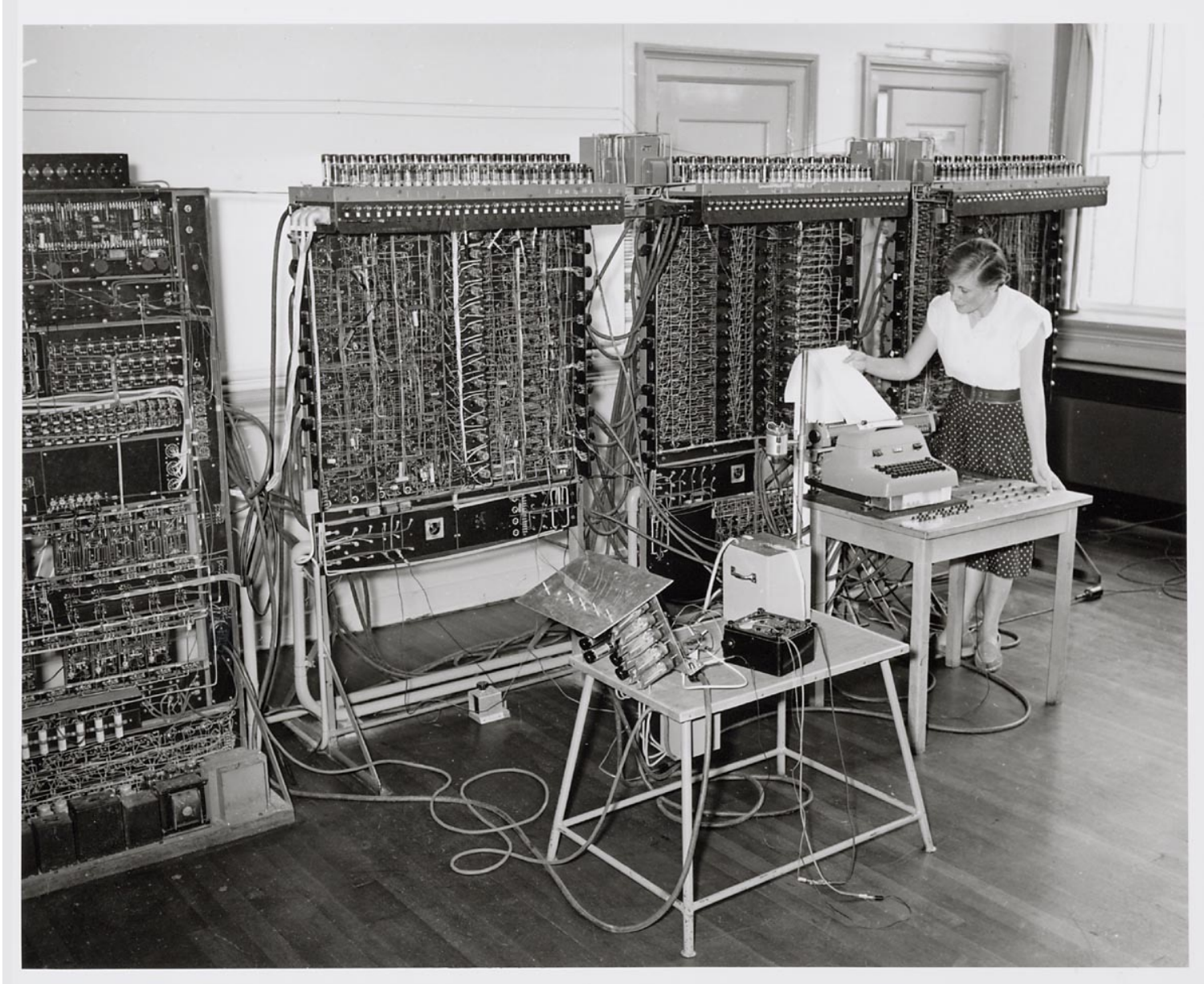
R 80. Seismische golven IV, Transversale conische golf, twee vaste stoffen.

Opdrachtgever: Een researchlaboratorium.

Deze opdracht is een vervolg op vroegere berekeningen (zie R 06,

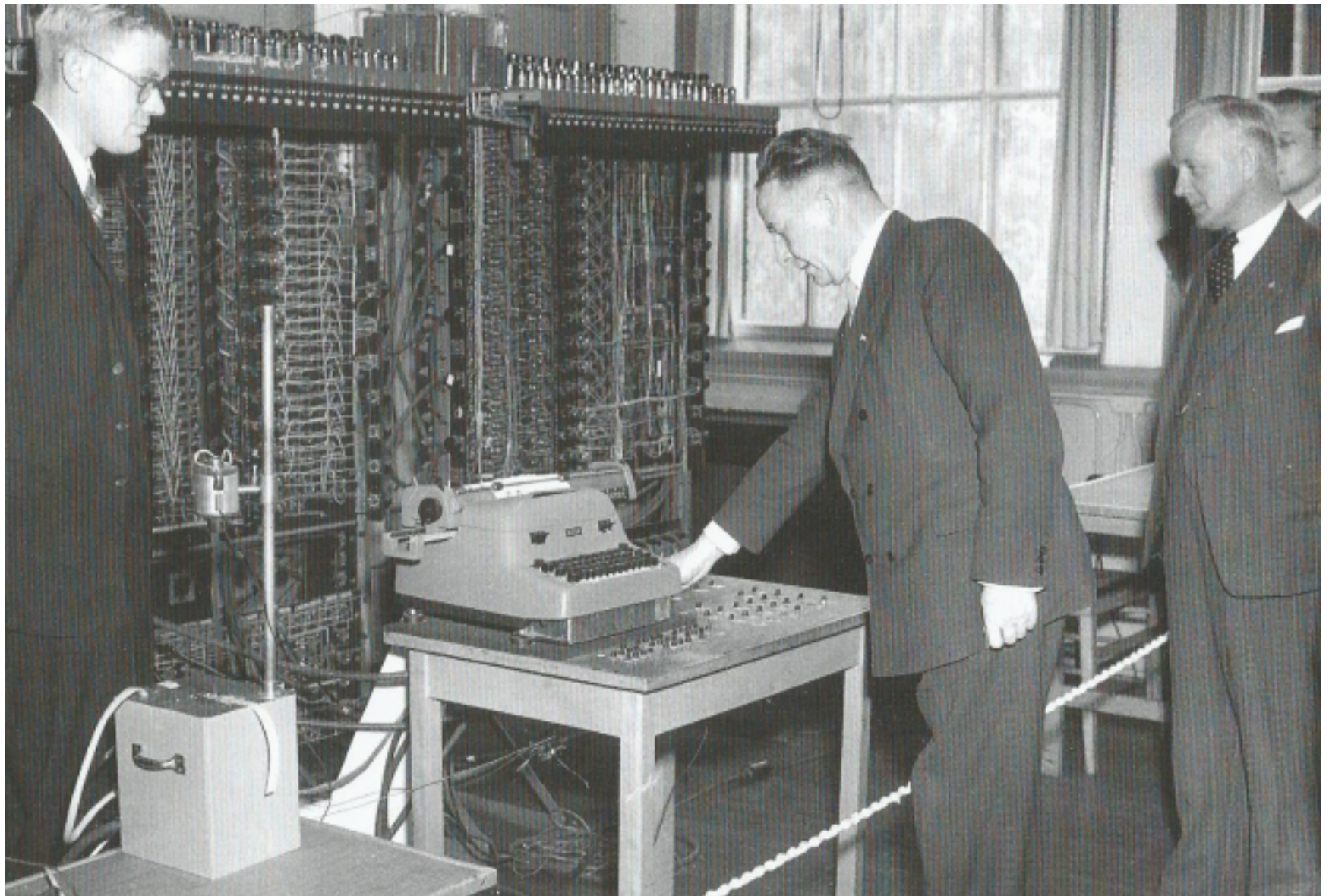
1950

# ARRA I (1952)





# ARRA I (1952)



# Rekenopdrachten bij het MC



- Reken problemen voor de samenleving worden complexer
  - ✓ rekenaars kunnen de complexiteit minder goed of niet meer verwerken in afzienbare tijd
  - ✓ digitale rekenapparatuur vormt een antwoord
- voorbeelden:
  - ✓ Berekeningen voor de Fokker F27
  - ✓ Waterwerken op diverse plekken in Nederland
  - ✓ Complexe natuurwetenschappelijke en technische opdrachten (kernfysica, betonconstructies, scheepsschroeven)
  - ✓ diverse integralen / polynomen voor een serie ingangswaarden
- ARRA opdrachten:
  - ✓ wortels trinomiale vergelijking (R 100)
  - ✓ decimal-binary conversion and deconversion (R130)

# ARRA II



Gerrit Blaauw (1924-2018)  
bij het console van ARR A II



# ARRA 2



- Eind 1953 gereed
- 125 uur / week operationeel (maandagochtend t/m zaterdagmiddag), dag en nacht)
- 76% foutloos, 10% “debuggen” en invoeren van programma’s (ponskaart)
- Opdrachten Leidse sterrenwacht, UvA (kristallografie), MC zelf, Wilhelmina gasthuis en **Delta Commissie**
- 1k geheugen 30 bits (trommelgeheugen), 40 instructies / sec.



# Watersnoodramp 1953



# Watersnoodramp 1953



- ruim 1800 doden
- 11 beaufort > 12 uur
- springvloed
- 67 dijken breken in Zeeland en op Texel in de nacht van 31 januari
- Pas op 6 november laatste dijk weer gedicht.
- 680 miljoen euro (1.5 miljoen gulden) schade.



- De stormvloed bescherming van de Nederlandse kusten waren te zwak. Wat moet zo spoedig mogelijk verbeterd worden?
- Opdracht:
  - Welke veiligheidsmarge moet aangehouden worden?
  - Antwoord mei 1953: verhoog de dijk bij Schouwen Duiveland, breng een stormvloedkering aan bij de IJssel.
  - Vervolgantwoord: ook een stormvloedkering bij de **Haringvliet**, de Oosterschelde en de Grevelingen.
- Opdracht partijen:
  - KNMI: studie van hoogwater in het verleden
  - Rijkswaterstaat: studie welke stormvloed niveaus zijn mogelijk in de toekomst
  - Mathematisch Centrum: veiligheidsanalyse van overstromingskans (uitgevoerd door Van Dantzig- toegepaste wiskunde afdeling)



# R. 220 (1954)



- Jaarverslag 1954 maakt melding van een Delta commissie opdracht voor de ARRA

## R 220. Getijdenberekening.

1954

Opdrachtgever: Delta-Commissie.

In samenwerking met medewerkers van de Rijkswaterstaat werd met betrekking tot de in 1953 opgezette uitvoerige berekeningen inzake de getijdenberekening op onze benedenrivieren een ARRA-programma gereed gemaakt, dat was gebaseerd op de methode der Rijkswaterstaat. Dit programma is echter nog niet gedraaid, omdat tenslotte toch de voorkeur werd gegeven aan verkleining der intervallen en daarmee samenhangende andere rekenmethoden.

## R 224. Research I.B.M. machines.

Opdrachtgever: eigen research.

## R 220 Getijdenberekening

1955

Opdrachtgever: Delta-Commissie.

Een aantal berekeningen betreffende getijden op de benedenrivieren werd op de ARRA uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in de te volgen procedure van de grote uiteindelijke berekeningen.

De programmering geschiedde door een medewerker van de Rijkswaterstaat.



# ARMAC



- Na de ARRA2 werd de AERA ontworpen maar nooit gebouwd
- 1955 werd een FERTA gebouwd (Fokker's Eerste Rekenmachine Type ARRA)
- 1956 ARMAC (Automatische Rekenmachine MATHematisch Centrum)  
Voor het eerste gebruikmaking van transistors en core memory



# Inzet van computers bij het MC



- Technisch/fysische mogelijkheid om een berekening uit te voeren
- Is het probleem berekenbaar?
- In hoeverre kon een computer ingezet worden voor een probleem

	arra1	arra2	armac	x1
1950	2			
1951	1			
1952	1			
1953		8		
1954		20		
1955		5	13	
1956			38	
1957			28	
1958			17	
1959			1	
1960				42
1961				122
1962				179

# Rekenen aan getijden



## Model van H.A. Lorentz voor de Zuiderzee in 1918-1926

Netwerk van geulen. Voor afsluiting Zuiderzee was er een demping van getijgolven door Zuiderzee; na afsluiting  $1/4 \lambda$ . Hiermee moest rekening worden gehouden bij de dijk.



# Stormvloed commissie 1939



- Johan van Veen: 1930 metingen in Delta regio
  - ☑ Inzicht dat snel grondige aanpak nodig is (hoogte dijken) en stormvloedkeringen
  - ☑ Er zijn analytische technieken nodig
- 1932: Johan van Veen maakt een eerste versie van elektrisch analogon  
1937: tweede versie

1872 getijde analysator  
William Thomson





# Werkwijzes voor de Delta commissie



- Verschillende werkwijzes voor de vragen van de Delta Commissie
  - ☑ Numerieke methode: hetzij door rekenaars, hetzij digitale computers
  - ☑ Elektrisch analogon (Johan van Veen, rijkswaterstaat)
  - ☑ Schaalmodel (Waterloopkundig Laboratorium)
- Iedere werkwijze viel samen met een “school”: MC, rijkswaterstaat en WL)
- Inzet van digitale rekensystemen voor de Deltacommissie:
  - ☑ getijdenstelsel berekeningen
  - ☑ Haringvlietsluis sterkte berekeningen

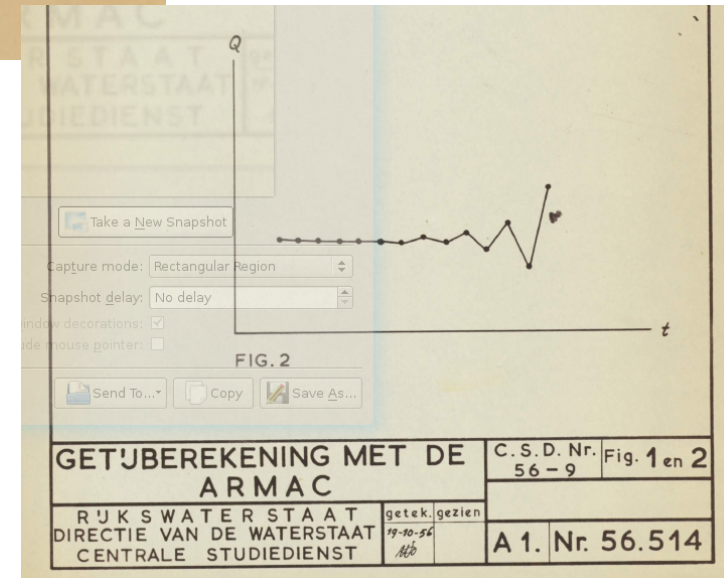
# Rekenen aan getijden



- In 1956 worden de berekeningen uitgevoerd op de ARMAC Model voor de Noordzee met 1 diepte Programma geschreven door Edsger Dijkstra en Jaap Zonneveld.

Men kan in principe dezelfde methode ook door een rekenaar met een tafelrekenmachine laten toepassen. Dit zou globaal twee uur per punt vergen, dus rond 1000 maal meer dan de machine erover doet. Dit illustreert de grote snelheid van de elektronische machine.

Om een indruk van de reële tijdwinst te krijgen, moet men evenwel bedenken dat de beschreven methode niet de meest doelmatige is voor toepassing door een rekenaar. Met een methode van grafische constructie van karakteristieken kan een daarmee vertrouwde rekenaar bijvoorbeeld 2 tot 4 punten per uur berekenen, terwijl bovendien met de helft van alle punten van fig. 1 kan worden volstaan. De reële tijdwinst kan dan ook op 50 à 100 maal gesteld worden.



# Elektrisch model voor waterlopen



Elektrisch analogon, 1954 bij Rijkswaterstaat aan de Fluwelen Burgwal, Den Haag

# elektrisch analogon voor getijden



■ Elektrisch analogon gaf meerdere problemen (Chris Schoenfeld (1955):

☑ principiële moeilijkheden:

“de analogie is in verschillende opzichten anders van aard dan zij op het eerste gezicht wellicht moge schijnen”

☑ praktische moeilijkheden:

“er bestaat slechts een gedeeltelijke analogie tussen hydraulische en elektrische systemen”



# Rekenen aan de Haringvlietsluizen



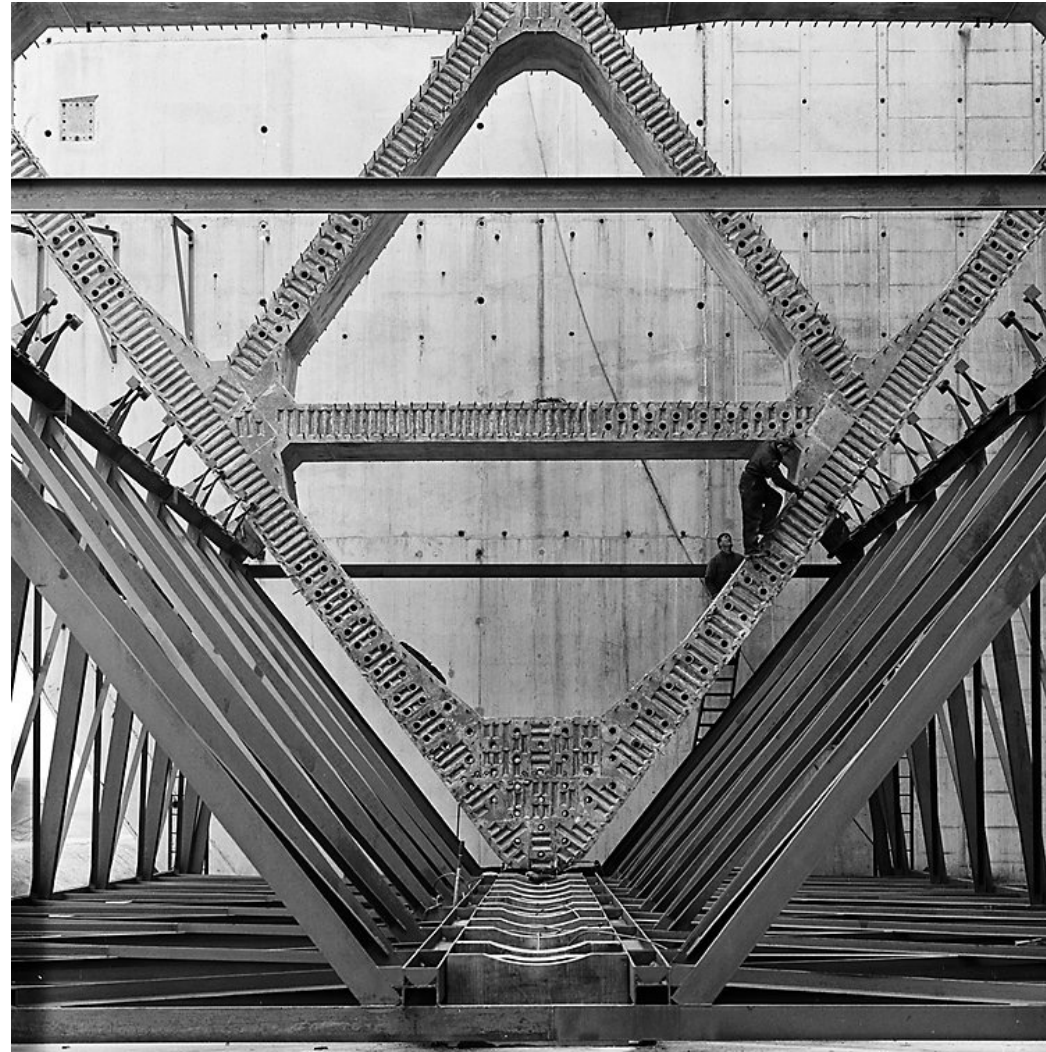
- Uitgebreid pakket van eisen
- Haringvliet moest dicht en open kunnen. Veiligheid voor storm en vloed bieden.
  - ☑ moderniserend Nederland: meer rekenen om onzekerheden binnen grenzen te houden
  - ☑ meer onderzoek, meer rekenen, meer modelleren, meer instituties



# Rekenen aan de Haringvlietsluizen



- 1958: studiegroep Dynamisch Gedrag Haringvlietsluizen.
  - ☑ analyse van dynamische effecten om maximale belasting in kaart te brengen
- MC, Waterloopkundig lab. en Rijkswaterstaat
- rekenen aan pijlers en schuiven: “nabla-liggers”  
(nabla komt van het operator symbool voor een vector van partieel afgeleiden:  $\nabla$ )



# Rekenen aan de Haringvlietsluizen



# Rekenen aan de Haringvlietsluizen



## ■ Problemen van schaalmodellen

- ☑ onnauwkeurigheid voor dynamische belastingen (“trillingen” / impulsvormige belastingen)

## ■ Problemen elektrisch analoon: hetzelfde als bij de getijdenberekeningen: analogie gaat niet geheel op

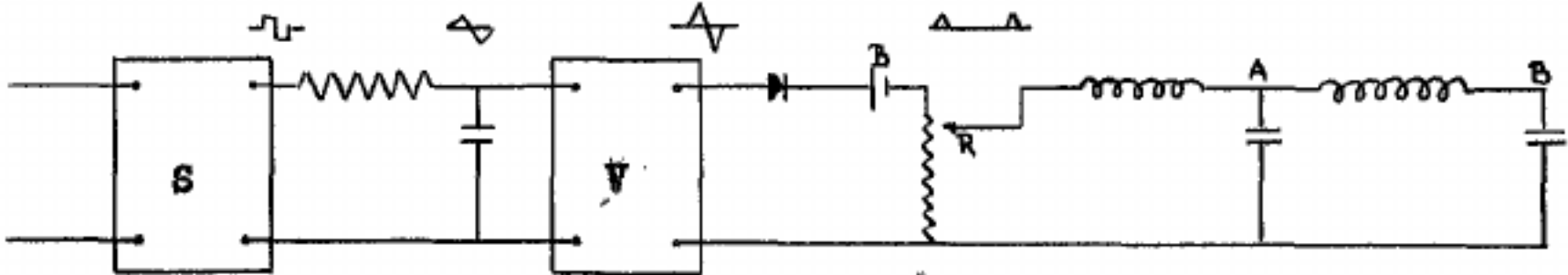


fig 10

Haringvliet analoon

- Problemen digitale rekenmachines: MC opdracht R.492 Moeizaam programma op de ARMAC  
1958 programma draait meerdere dagen met meerdere versies.





# Electrologica X1



# Conclusie



- Na 1959 stopt het MC met het bouwen van hardware
- Computers geven een start van een geheel nieuwe onderzoeksgebied: algoritmes, computertalen ....
  - ☑ Rekenen blijft centraal voor het oplossen van problemen. Het MC begeeft zich niet op het terrein van de analoge computers
- Digitale rekenapparatuur past binnen het denken van rationalisering en risicobeheersing:
  - ☑ problemen sturen het ontwerp van computers
  - ☑ computers sturen oplossingen voor problemen
- “Scholen” blijven nog lange tijd bestaan: technische aanpak via elektrische analogons en schaalmodellen en “rekentechnische” aanpak via digitale rekenapparatuur



# Centrale termen

---

- IBM system 360 project
- Babbage - Difference Engine, Analytical Engine
  - ☑ Ada Lovelace.
  - ☑ Welke maatschappelijke context speelde een rol?
- Herman Hollerith
  - ☑ Ponskaarten
  - ☑ Welke maatschappelijke context speelde een rol?
  - ☑ In welke zin veranderde de IT door die maatschappelijke context?
- Mark I, ENIAC
  - ☑ In welke context stond de ENIAC. Waar bouwde de Mark I op voort.
  - ☑ Hoe was het publiek op de hoogte wat hier gebeurde?



- 
- MC -Nederlandse computerbouw
    - ☑ context hiervan? In welke zin veranderde het MC door deze activiteit?
    - ☑ De rol van de ARRA ibinnen het MC
    - ☑ De rol van opvolgers voor Deltacommissie en Haringvlietsluizen.
  - Elektrisch analogon vs digitale computer vs experimentele omgeving